

Die linguistische „Sprachorgel“

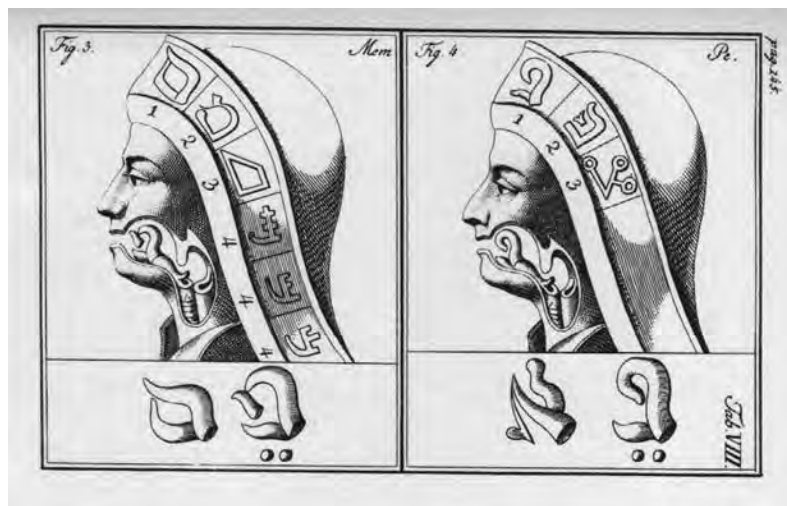
Über die Verbindung von Orgelbau und Sprachsynthese

Von Fabian Brackhane, Herford

Um das Orgelregister *Vox humana* (frz. *voix humaine*; ital. *voce umana*) ranken sich viele Geschichten und Legenden, nicht wenige von ihnen enden tragisch. Bekannt sind vor allem die zahllosen Versuche der Orgelbauer des 18. und 19. Jahrhunderts, die mit teils geradezu abenteuerlichen Mitteln und Methoden versuchten, dem unbelebt-starren Orgelklang ein wenig Odem, menschliches Timbre einzuhauchen.

Aber nicht nur Orgelbauer und Organisten beschäftigten sich mit der *Causa vocis humanae*, sondern ebenso einige Gelehrte des 18. Jahrhunderts, die wir heute anachronistisch wohl als „Linguisten“ im weitesten Sinne bezeichnen würden. Denn sie trieb die Frage nach der Natur der menschlichen Stimme um, und damit nicht zuletzt diejenige, wie man Sprache vom Sprecher lösen könne, vermittels synthetisch erzeugter Sprache also. Die Erforschung der menschlichen Sprache steckte damals freilich gewissermaßen noch in Kleinkinderschuhen. Noch war die Kontroverse etwa über den Ursprung der Fähigkeit zur Sprache, die Frage nach ihrem Wesen als vermeintliches Gottesgeschenk (beispielsweise Johann Gottfried Herder versus Johann Peter Süßmilch) nicht beendet, noch immer verbreiteten „Gelehrte“ wie Franciscus Mercurius van Helmont Traktate über eine „Ursprache“, in denen sie sich – aus heutiger Sicht völlig unwissenschaftlich – in recht bizarr anmutende evolutionäre und anatomische Theorien hineinsteigerten.

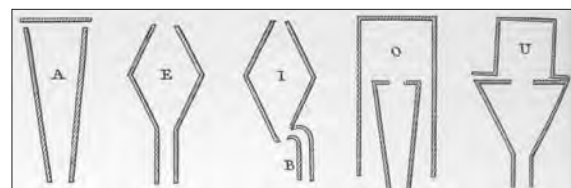
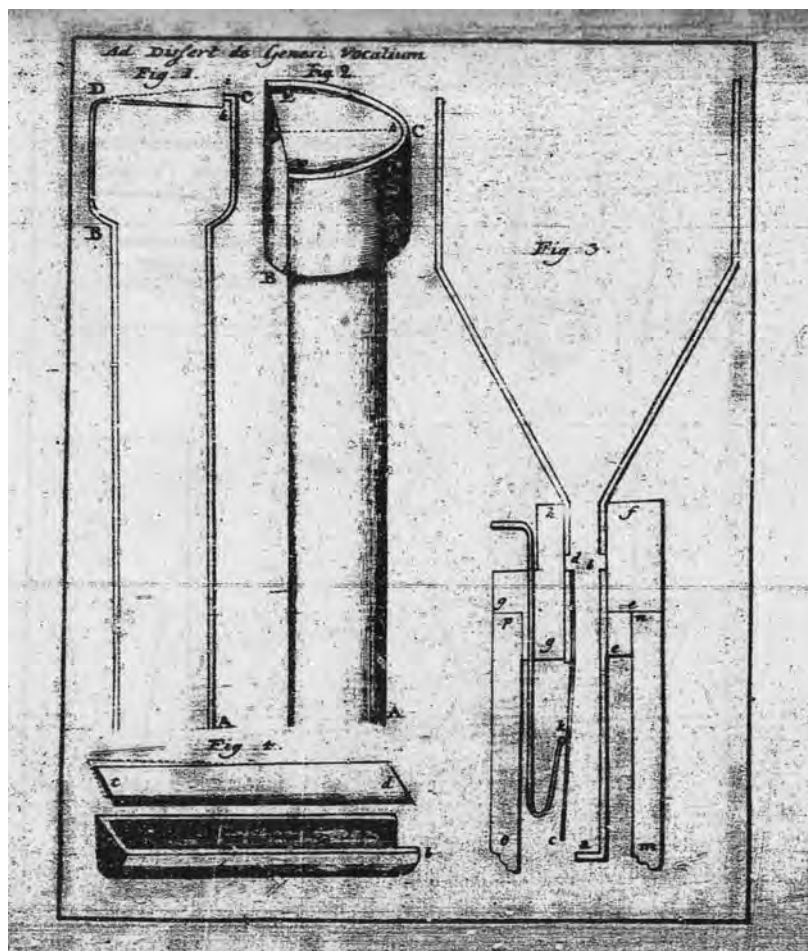
Mercurius van Helmont: Sagittalschnitt mit vermeintlichen Artikulationsstellen für die Buchstaben M und P



Andere progressiv gesinnte Forscher hingegen näherten sich dem Thema mit neuzeitlicher empirischer Genauigkeit und verbrachten Jahre und Jahrzehnte mit der gründlichen Erforschung der menschlichen Anatomie, um das Geheimnis der Sprachproduktion zu lüften. Zu diesen linguistischen Pionieren gehörten u. a. Erasmus Darwin (1731-1802), der Großvater Charles Darwins, Wolfgang von Kempelen (1734-1804) und Christian Gottlieb Kratzenstein (1723-95). Besonders Letztere sorgten mit ihren Forschungen für erhebliches Aufsehen.

Kratzensteins „Sprachorgel“

Kratzenstein, in Halle an der Saale geboren und zunächst an der dortigen Universität nach seinem Studium der Naturwissenschaften Privatdozent, folgte 1748 einem Ruf an die Russische Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg, bevor er 1753 eine Professur für Experimentalphysik in Kopenhagen erhielt, die er 33 Jahre lang innehatte. Wohl über die Petersburger Akademie stand Kratzenstein in Verbindung mit dem berühmten Mathematiker Leonhard Euler, der in seinen *Lettres à une princesse d'Allemagne* von 1768 darüber schrieb, wie nützlich eine sprechende Maschine sei: „[...] Die Prediger und Redner, deren Stimmen nicht stark oder angenehm genug wäre, könnten alsdann ihre Predigten und Reden auf einer solchen Maschine spielen, so wie jetzt die Organisten musikalische Stücke spielen.“¹ Angeregt worden zu diesem Gedanken war Euler wohl durch die *Harmonie universelle* Merin Mersennes (1636), in der ebenfalls bereits derartige Überlegungen artikuliert werden.² Im Jahre 1780 schrieb die Petersburger Akademie einen Wettbewerb aus, der wohl durch diese Gedanken Eulers inspiriert war. Mit der zweigeteilten Preisfrage wollte man der Natur der Vokale auf die Spur kommen: „1) Qualis sit natura et character sonorum litterarum vocalium a, e, i, o, u tam insigniter inter se diversorum. [Wie ist die Natur und der Charakter der Vokal-Buchstaben a, e, i, o, u die sich so deutlich voneinander unterscheiden?] 2) Annon construi queant instrumenta ordini tuborum organicorum, sub termino vocis humanae noto, similia, quae litterarum vocalium a, e, i, o, u sonos expriment. [Ist es nicht möglich, Instrumente nach Art derjenigen



Orgelpfeifen zu bauen, die als *Vox humana* bekannt sind und die den Klang der Vokal-Buchstaben a, e, i, o, u hervorbringen?]"

Der zweite Frageteil erscheint deutlich von den Anregungen Leonhard Eulers geprägt. Man war sich im Klaren darüber, dass die Vokale Kernstücke einer jeglichen Sprache sind, und glaubte, wenn es gelinge, diese zu synthetisieren, könne der Rest nicht mehr so schwer sein. Bemerkenswert ist jedoch der explizite Hinweis auf die *Vox humana*: „Ist es nicht möglich, Instrumente nach Art derjenigen Orgelpfeifen zu bauen, die als *Vox humana* bekannten und die den Klang der Vokal-Buchstaben a, e, i, o, u hervorbringen?“ Mit dieser Preisfrage war die *Vox humana* als orgelbauliche Spezialität auch in der gelehrten Linguistik der Zeit angekommen. Kratzenstein präsentierte bereits 1781 einen Traktat, in dem er beide Teilfragen ausführlich beantwortete und zugleich eine Art „Sprachorgel“ präsentierte, welche die geforderten fünf Vokale synthetisieren konnte. Diese Apparatur bestand aus fünf Pfeifen, für einen jeden Vokal eine, die durch individuell geformte Resonatoren den jeweiligen Vokal hören lassen sollten. Vier dieser Pfeifen waren als Lingualpfeifen konstruiert, die fünfte für „i“ jedoch als Labialpfeife. Kratzenstein setzte bei den Lingualpfeifen eine umwälzende Neuerung ein, die jedoch auf einem kapitalen Beobachtungsfehler basierte. Bei seinen Studien der menschlichen Anatomie

war er zwar zu der korrekten Erkenntnis gelangt, dass die „Stimme“ des Menschen durch periodisch angeregte, aus der Lunge in den Mundraum geleiteten Luft entstehe, er hatte aber – wohl nicht zuletzt mangels Untersuchungsmöglichkeiten *in vivo* – fälschlich nicht die Stimmlippen, sondern den Kehldeckel für die physikalische Anregungsquelle gehalten. Dieser, so die trügerische Vorstellung, schwinde gleich einem Zungenblatt frei horizontal in der Luftröhre und bewirke dadurch die Anregung. Aus dieser (irrigen) Beobachtung folgte Kratzenstein, dass herkömmliche Lingualpfeifen niemals die geforderte Aufgabe lösen könnten, und entwickelte stattdessen durchschlagende Zungenpfeifen. Ob Kratzenstein als Europäer Kenntnis von der chinesischen *Sheng* hatte, mag eher bezweifelt werden. Gleichwohl war er der erste Europäer, der deren Funktionsprinzip auf Orgelpfeifen übertrug und damit den gemeinhin als Erfindern der durchschlagenden Lingualpfeifen bekannten „Kollegen“ um Jahrzehnte voraus war. Das weitere Schicksal der Kratzensteinischen Vokalpfeifen ist leider unbekannt. Möglich ist jedoch, dass sie beim großen Stadtbrand von Kopenhagen im Jahre 1795 zusammen mit seiner großen Instrumenten- und Handschriftensammlung zugrunde gingen. Kratzensteins Vokalpfeifen hatten indessen auf Abbé Vogler einen derart tiefen Eindruck gemacht, dass er bei der Konstruktion seines „Orchestrions“ ein entsprechendes Lingualregister einbauen ließ.

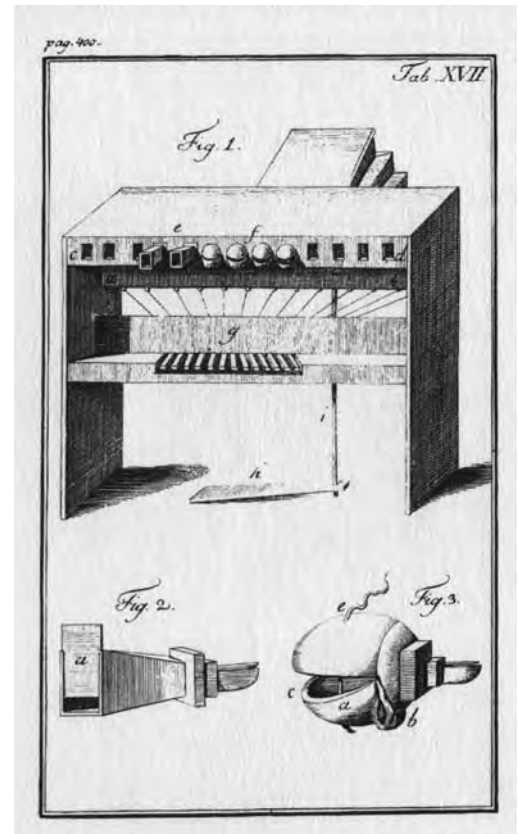
Links: Die durchschlagende Zungenpfeife Kratzensteins; rechts: Kratzensteins Traktat von 1781, Deckblatt, darunter: die fünf Resonatoren der Kratzensteinischen „Sprachorgel“

Kempelens Sprechmaschine

Mit dem Konzept, durchschlagende Lingualpfeifen als Repräsentation des menschlichen Stimmapparats zu benutzen, stand Kratzenstein zwar alleine, nicht jedoch mit der grundsätzlichen Idee, hierfür Lingualpfeifen zu benutzen. Neben anderen Forschern wie dem bereits erwähnten Erasmus Darwin oder Abbé Mical, denen auf diesem Gebiet kein epochaler Durchbruch gelang, ist es besonders der österreichisch-ungarische Universalgelehrte Wolfgang von Kempelen, der mit seiner Arbeit nicht nur völlig neue Maßstäbe in der theoretischen Erforschung der menschlichen Stimme setzte, sondern zugleich auch in jahrzehntelanger Arbeit eine Apparatur entwickelte, die aus heutiger Sicht als die erste grundsätzlich funktionierende artikulatorische Sprachsynthese gelten kann. Zwischen 1769 und 1791 erforschte Kempelen auf das Gründlichste die menschliche Anatomie, soweit sie zur Produktion und Artikulation von Sprache notwendig ist, und entwickelte nach seinen Erkenntnissen seine Sprechmaschine. Seine zum Teil umwälzende Forschungsarbeit dokumentierte er in seinem Buch *Mechanismus der menschlichen Sprache*, in dem er auch eines der fünf teils sehr umfangreichen Kapitel seiner Sprachsyntheseforschung widmete.³

Bis zur endgültigen Gestalt der Sprechmaschine war die Entwicklung mehrerer Prototypen notwendig, durch die Kempelen erst experimentell zur endgültigen Form seiner Synthese fand. Diese basiert wie die Synthesversuche Kratzensteins, Darwins und Micals auf einer Lingualpfeife. Nachdem von Kempelen als sein zweites Modell eine der Kratzensteinischen Erfindung sehr ähnliche Art „Orgel“ konstruiert hatte, die ebenfalls für jeden Vokal eine separate *Vox humana*-Pfeife (aufschlagend!) besaß, gelangte er zu der Einsicht, dass er auf diese Art wohl nie eine zufriedenstellende artikulatorische Sprachsynthese zustande bringen würde: „Itzt fieng ich an einzusehen, daß sich die einzelnen Buchstaben zwar erfinden, aber auf die Art, wie ich es angriff [im zweiten Modell], nimmermehr in Sylben zusammenbinden ließen, und daß ich schlechterdings der Natur folgen müßte, die nur eine Stimmritze, und nur einen Mund hat, zu dem alle Laute herausgehen, und eben nur darum sich miteinander verbinden.“⁴ Mit dieser fundamentalen Erkenntnis hatte Kempelen erstmals das für die menschliche Sprachproduktion zentrale Phänomen der Koartikulation in seiner ganzen Bedeutung erkannt und beschrieben.

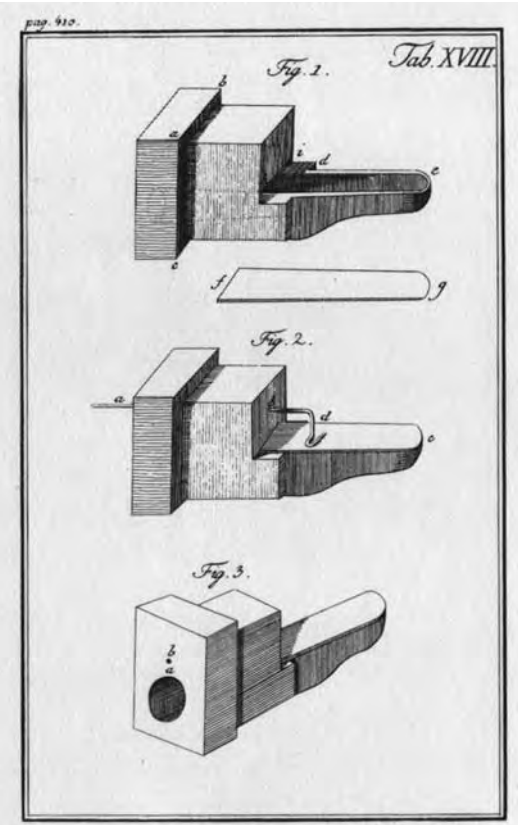
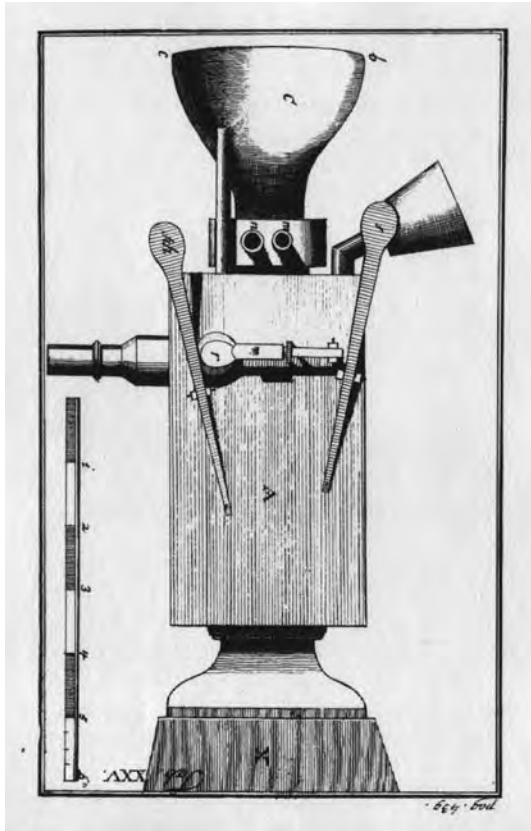
Kempelen übernahm von der „handelsüblichen“ Lingualpfeife jedoch lediglich Nuss und Kehle, die er beide aus einem Stück Holz herstellte. Bei der Kehlenform handelt es sich um eine breite französische Löffelkehle, die einen kräftigen, grundtönigen Klang hervorbringt. Als Material für das Zungenblatt wählte er überraschenderweise Elfenbein. Die für kurzbecherige Lingualpfeifen so typischen schnarrenden Charakter („Schnarrwerk“) suchte Kempelen dadurch zu mindern, dass er sowohl die Kehlenoberseite als auch die Unterseite der Kehle belederte (mit Hundeleder). Die hierdurch entstandene



Dämpfung ist dem „menschlichen“ Ton nicht abträglich. Anstelle eines üblichen Stiefels konstruierte Kempelen ein hölzernes Kästchen, eine Art Miniatur-Windlade, in deren eine Schmalseite er die Zungenpfeife steckte, während die andere mit dem Blasebalg verbunden wurde. Anstelle eines Resonators setzte er einen konvexen Gummitrichter, der mittels einer dazwischen gesetzten Holzscheibe mit der Zungenpfeife in Verbindung stand. Während dieser Gummitrichter den Mund repräsentieren sollte, wurde die Holzscheibe mit zwei Bohrungen senkrecht zur Hauptbohrung versehen und sollte als Nase fungieren.

Mithilfe dieser Konstruktion sind die Laute a, m und p bzw. b in befriedigender Qualität synthetisierbar. Kempelen erkannte jedoch, dass aufgrund des Fehlens von Äquivalenten für weichen Gaumen, Zähne und vor allem die Zunge der größte Teil des organischen menschlichen Lautinventars mit dieser Konstruktion nicht darstellbar war. Für viele Laute, so mehrere Vokale und Verschlusslaute, waren approximative Lösungen zwar möglich, die jedoch hauptsächlich auf kontextueller Perzeption beruhen und weniger auf tatsächlicher Synthese. Die Produktion von Reibelauten war mit dieser Vorrichtung keinesfalls möglich. Hierfür erdachte Kempelen andere Lösungen, mit denen sich seine ambitionierte Sprachmaschine jedoch wieder vom Anspruch, eine authentische artikulatorische Syntheseform zu sein, löste.

Kempelens Vorführungen seiner Sprechmaschine seit 1783 lösten in der damaligen Wissenschaftswelt ein bemerkenswertes Echo aus, das sich auch in zahlreichen Publikationen niederschlug. Diese reichten in ihrem



Linke Seite: Das zweite Sprechmaschinen-Modell Wolfgang von Kempelens

Diese Seite: Windlade und Zungenpfeife des dritten und letzten Modells von Kempelens Sprechmaschine

Tenor von hysterischer Begeisterung bis zu harscher Ablehnung. Diese ist in ihrer Schärfe nur dann wirklich zu verstehen, wenn man bedenkt, dass gerade in der zweiten Hälfte des erfindungsbesessenen 18. Jahrhunderts eine Vielzahl mehr oder minder raffinierter „Pseudo-Sprachmaschinen“ kursierte, die mit seriöser Sprachsynthese kaum etwas gemein hatten. Wohl auch, um diese Kritiker zum Schweigen zu bringen, veröffentlichte Kempelen in seinem *Mechanismus* eine recht umfangreiche Beschreibung seiner Sprechmaschine, die er mit

zahlreichen eigenhändig gestochenen Abbildungstafeln und der ausdrücklichen Aufforderung an seine Nachwelt, seine Sprechmaschine weiterzuentwickeln, versah.

Nachbauten der Sprechmaschine

Diese Aufforderung trug Früchte, und so konnte bereits Johann Wolfgang Goethe in den Briefen an seinen Fürsten von einem Nachbau der Sprechmaschine berichten: „Kempelens Sprechmaschine, welche Hofr. Loder [Jus-

COLLECTION WECANO®

WILLI KIRSCH
LEDER AUS MEISTERHAND SEIT 1937

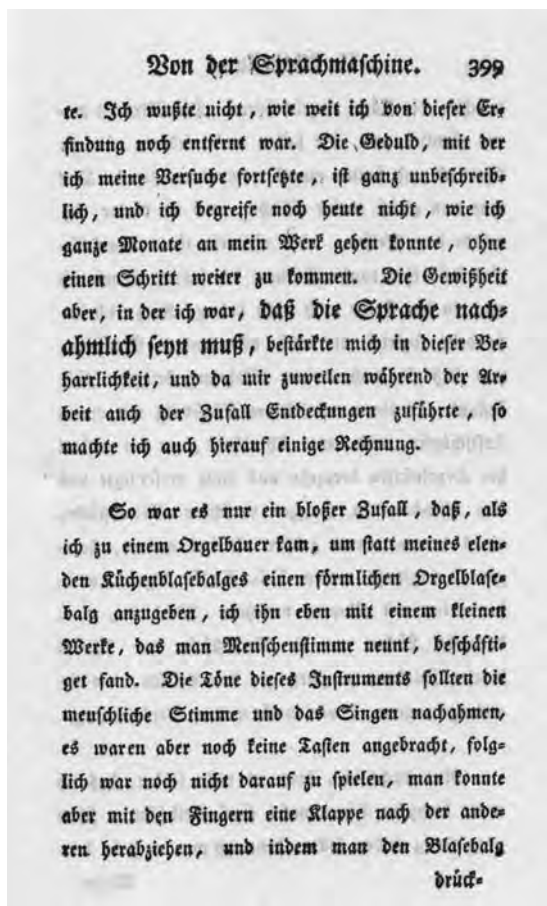
NEU
Kabelbinder in
vielen Größen

Spezialleder für den Instrumenten- und Orgelbau
ECHT Pergament
original *wecano Lederbänder

chromfrei Gerbung
Vegetabilgerbung
Chromgerbung

leather for organs
cuir pour orgues
skóra do budowy organów

WILLI KIRSCH GMBH & CO.KG Ledergroßhandel, Freibadstrasse 15, D-81543 München. Tel: +49(0)89/65 20 16 Fax +49(0)89/65 52 12
e-mail: kontakt@leder-kirsch.de internet: www.leder-kirsch.de



weiteres abzuleiten waren, nicht zuletzt, weil Kempelen bei aller Offenlegung deutlich daran gelegen war, nicht alle Konstruktionsgeheimnisse bis ins Letzte zu lüften. Als Fazit lässt sich abschließend jedoch feststellen, dass Kempelens Versuch einer seriösen Nachahmung der menschlichen Anatomie und Artikulation scheiterte, nicht zuletzt an den Materialien und technischen Möglichkeiten seiner Zeit. Die Tatsache, dass sich die Klang-Qualität von Hardware-Sprachsynthesen bis heute nach über zweihundert Jahren weiterer Forschung nicht wesentlich von den Ergebnissen Kempelens entfernt hat, dürfte hier am Ende nur ein schwacher Trost sein. ■

¹ Leonhard Euler: *Lettres à une princesse d'Allemagne sur Divers Sujets de Physique & de Philosophie*, Impr. de l'Académie Impériale de Sciences, St. Petersburg 1768, S. 268 (Übersetzung des Autors).

² Marin Mersenne: *Harmonie universelle: contenant la théorie et la pratique de la musique*, Paris 1636.

³ Wolfgang von Kempelen: *Wolfgang von Kempelen k. k. Wirklichen Hofraths Mechanismus der menschlichen Sprache nebst der Beschreibung seiner Sprechenden Maschine*, Wien 1791.

⁴ ebd., S. 407.

⁵ Johann Wolfgang von Goethe: *Werke*, hg. im Auftrage der Großherzogin Sophie von Sachsen, IV. Abtheilung, 12. Band, 1893, S. 154.

Wolfgang von Kempelens Schrift „Mechanismus der menschlichen Sprache nebst der Beschreibung seiner Sprechenden Maschine“ von 1791

tus Christian Loder (1753-1832), zusammen mit Goethe Entdecker des Zwischenkieferknochens] besitzt und die zwar nicht sehr beredt ist, doch aber verschiedene kindische Worte und Töne ganz artig hervorbringt, ist hier, durch einen Tischler Schreiber, recht gut nachgemacht worden.“⁵ Seit den 1960er Jahren ist das Interesse an Kempelens Forschung wieder neu erwacht und hat den Bau mehrerer Repliken der Sprechmaschine nach seinen eigenen Beschreibungen (das Original ist seit Kempelens Tod verschollen) bewirkt. Die wohl jüngsten dieser Nachbauten entstanden in den Jahren 2007-2009 am Institut für Phonetik der Universität des Saarlandes durch den Autor unter großzügiger Unterstützung und Mitwirkung von Orgelbaumeister Stephan Mayer (Hugo Mayer Orgelbau GmbH in Heuweiler/Saar). Die Klangeigenschaften einiger Nachbauten sind allerdings frappierend. Zwar ist sofort Goethe beizupflichten, dass die Maschine nicht besonders „beredt“ ist (um komplexere Äußerungen zu produzieren, bedarf es einiger Übung des „Spielers“), aber elementare „humane“ Äußerungen wie etwa „Mama“, „Papa“, „Oma“, „Opa“ etc. können in einer Art und Weise synthetisiert werden, dass der unvoreingenommene Hörer durchaus vermeint, es säße unter dem Tisch verborgen ein kleines Kind, was diese Worte von sich gibt (wie von zeitgenössischen Kritikern seinerzeit anlässlich praktischer Vorführungen mehrfach gemutmaßt wurde!). Der Saarbrücker Nachbau brachte einige Erkenntnisse über Kempelens Arbeit, die aus seiner Schrift nicht ohne

Fabian B. Brackhane, M. A., studierte Phonetik, Musikwissenschaft und Informationswissenschaft an der Universität des Saarlandes. Seit seiner Jugend beschäftigt er sich intensiv mit dem Orgelbau und betreibt seit einigen Jahren eine Website zu diesem Thema sowie zur Glockenkunde.



Sein besonderes Interesse gilt den klassischen und romantischen französischen Orgeln sowie den deutschen Orgeln des mittleren 20. Jahrhunderts. Wissenschaftlicher Mitarbeiter beim Institut Louis Vierne (ILV) in Saarbrücken.